Table des matières

1- Introduction 1

2- Matériel et méthodes 3

2.1- La zone d'étude 3

2.2- Le système de surveillance épidémiologique et de riposte aux épidémies en RDC 7

2.3- Sources des données utilisées pour cette étude 8

2.3.1- Données sur les épidémies 8

2.3.2- Autres données 8

2.4- Analyse statistique des données 9

3- Résultats 10

3.1- Données globales sur les épidémies de choléra au Katanga et au Kasaï oriental 10

3.2- Typologie des zones de santé en fonction de leurs caractéristiques géographiques et de l'évolution des épidémies 14

3.2.1- Régions lacustres 14

3.2.2- Choléra en zone urbaine 15

3.2.2- 1- Choléra à Lubumbashi 15

3.2.3- 2- Choléra à Mbujimayi : résultats de l'investigation sur les premiers cas rapportés au Kasaï oriental 19

3.2.4- Choléra dans les autres zones 20

3. 3- Organisation de la lutte contre le choléra 22

4- Discussion 24

5- Références bibliographiques 28

1- Introduction

Le choléra est une maladie infectieuse diarrhéique, contagieuse, dont la forme grave peut être foudroyante et mortelle en quelques heures si un traitement n'est pas appliqué immédiatement. Cette maladie strictement humaine est causée par *Vibrio cholerae*, un bacille Gram négatif incurvé présentant un flagelle polaire unique lui conférant une grande mobilité, caractéristique de cette bactérie. A l'état naturel, *Vibrio cholerae* est retrouvé dans les eaux saumâtres des zones d'estuaire (à la fois salées et alcalines), chargées de matières organiques et riches en plancton. *Vibrio cholerae* y colonise la surface de certaines algues ainsi que de copépodes, pouvant ainsi persister dans l'environnement en l'absence de l'homme pendant des périodes de temps prolongées [1, 2].

Selon les rapports officiels, à travers le monde, entre 100 000 et 500 000 nouveaux cas de choléra ont été rapportés chaque année ces quinze dernières années [3-5]. Toutefois, ces données sous-estiment l'ampleur du problème du fait des problèmes d'accès aux soins, de la défaillance des systèmes de surveillance épidémiologique et aussi d'une sous-déclaration volontaire des gouvernements craignant les conséquences néfastes que la notification de ces épidémies de choléra pourrait engendrer sur leurs activités économiques et touristiques. Parmi les 355 269 cas et 8 803 décès de choléra rapportés par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) entre 2002 et 2004 (il y a eu respectivement en 2002, 2003 et 2004 : 147 311, 111 575 et 101 383 cas et 4 564, 1 894 et 2 345 décès), plus de 95% des cas et 99% des décès étaient liés à des épidémies qui sont survenues en Afrique [3, 4]. Depuis la grande épidémie survenue autour de Goma en 1994 dans les camps de réfugiés de l'est de la République Démocratique du Congo (RDC), encore appelée Zaïre à l'époque [6], ce pays se classe régulièrement parmi les pays rapportant le plus de cas de choléra dans le monde. C'est ainsi que de 2002 à 2004, 65 595 cas de choléra et 3 196 décès ont été déclarés à l'OMS par ce pays. C'est en 2002 que le plus grand nombre de cas a été rapporté en RDC avec 31 658 cas (22% des cas rapportés dans le monde) et 1 979 décès (43% des décès dus au choléra rapportés dans le monde) [3]. Etrangement, en dépit de ces données alarmantes et malgré les sommes importantes mobilisées pour la lutte contre les épidémies, l'épidémiologie du choléra en RDC n'a jamais été étudiée. D'une façon plus générale, aucune étude n'a encore été publiée à ce jour pour comprendre la dynamique des épidémies de choléra dans les régions non côtières d'Afrique. Les rares études publiées, telles que les études cas-témoins menées dans des districts bordant des régions lacustres, l'ont été dans le but d'identifier les principales sources d'infection et les facteurs de risque au sein de la population [7-9]. Cependant, comme ces études ne prenaient

en compte que des zones géographiques restreintes (un district sanitaire, une ville), et des périodes de temps limitées (de quelques mois à une année) elles ne permettaient pas d'appréhender les modalités de diffusion des épidémies dans le temps et dans l'espace. L'identification des zones d'où partent les épidémies et des voies de propagation d'une région vers une autre, pourrait être d'une grande utilité pour la conduite d'une lutte effective et ce, d'autant plus qu'il existe maintenant un vaccin présentant une bonne efficacité dans des conditions de terrain, mais dont l'emploi ne peut pas être généralisé à l'ensemble de l'Afrique, du fait des coûts que cela induirait [10].

Nous décrivons dans ce travail l'ensemble des épidémies de choléra qui sont survenues entre 2002 et 2004 dans deux provinces de la RDC, le Katanga et le Kasaï oriental, en mettant en évidence la dynamique des épidémies, les lieux de départ et les voies de diffusion et de propagation. La province du Katanga a été choisie car, à cette période, elle a été l'une des plus fortement touchées en RDC et la province voisine du Kasaï orientale parce qu'elle a connu une grande épidémie en 2002 et 2003 après une longue période d'absence de la maladie [3, 11], permettant de comprendre comment le choléra peut se propager dans une nouvelle région.

2- Matériel et méthodes

2.1- La zone d'étude

Située entre l'Afrique centrale et l'Afrique australe, la RDC compte 60 millions d'habitants répartis sur 2 345 000 km² (près de cinq fois la France). Les provinces du Katanga et du Kasaï oriental sont situées au sud-est de la RDC (figure 1).

Le Katanga est une province très étendue (497 076 km²), pour une population estimée à 9 598 380 habitants en 1998 (Rapport du système national d'information sanitaire). Elle comprend actuellement 67 districts sanitaires ou zones de santé [11]. Fin 2003, certaines zones de santé ont été redécoupées. Pour permettre un suivi cohérent de l'évolution des épidémies, nous avons considéré comme une seule entité les deux zones de santé issues d'une zone de santé originelle. Par exemple, les cas de choléra de la zone de santé de Butumba, créée à partir de la zone de Bukama, ont été agrégés à ceux de Bukama pour l'année 2004. Il en a été de même pour la zone de santé de Mukanga créée à partir de celle de Mulongo. Le climat du Katanga est de type tropical sec avec une saison sèche d'avril à septembre et une saison des pluies le reste de l'année. Le Katanga est couvert d'une savane arborée sur la frange nord de la province, et d'une savane herbeuse au centre et au sud. Cette province présente deux régions lacustres, l'une formée par le lac Tanganika et le lac Moero qui constituent la limite est de la province, l'autre située au centre de la province comprend les lacs Upemba, Kisale, Zibambo et Kibala. Entre fin avril et fin octobre, les activités de pêche entraînent la migration de milliers de pêcheurs qui vont s'installer au bord de ces lacs. La faible densité de population du Katanga (18 habitants/km²) recoupe des situations très diverses, avec des districts sanitaires quasiment dépeuplés dans les régions forestières du nord de la province et des districts sanitaires très densément peuplés dans les villes du Sud (Lubumbashi, capitale de la province avec 1,3 millions d'habitants, Kolwezi et Lisaki). Ces villes, qui se sont construites autour de l'industrie minière, se caractérisent par une croissance explosive avec de fortes densités de population, une urbanisation anarchique et d'importants problèmes d'assainissement et de fourniture en eau potable. Toutes les autres agglomérations sont de taille plus réduite. Parmi elles, Kalemie (présence d'une gare et d'un port au bord du lac Tanganyika), Kamina (présence d'une gare) et Bukama (présence d'une gare et d'un port au bord du fleuve et du lac Upemba) représentent d'importants relais commerciaux. Globalement, le Katanga souffre d'un sous-développement de ses infrastructures routières (figure 2). Il n'existe qu'une seule route bitumée reliant Lubumbashi à Likasi. Les autres

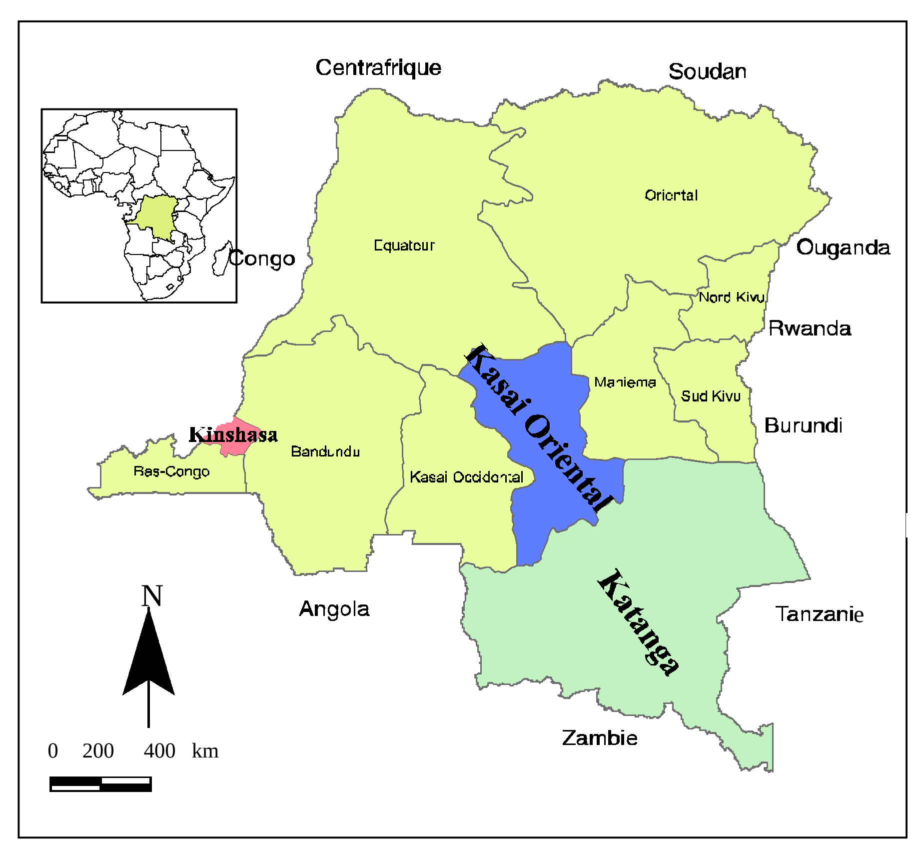
liaisons routières sont constituées de pistes très dégradées, reliant Likasi à Kamina, Bukama, Malemba Nkulu ou Ankoro d'une part, et Lubumbashi aux localités du Nord-Est (Kasenga, Kilwa, Pweto, Kalemie, Moba) d'autre part. Ces liaisons sont impraticables en saison des pluies. Il existe aussi une ligne de chemin de fer reliant Lubumbashi à Mbujimayi (Kasaï oriental) et au fleuve Congo (port de Ilebo, au Kasaï occidental) en passant par Bukama et Kamina (Katanga), puis à Mweneditu (Kasaï oriental) [12].

A la suite de conflits armés, en fin 1998, la frange nord du Katanga est restée isolée du Sud jusqu'en 2003. La ligne de chemin de fer a été coupée entre Kalemie et Ankoro. Ce conflit armé a entraîné plusieurs mouvements de populations du nord vers le centre et le sud de la province, suivant les axes ferroviaires et les principaux trajets routiers. Ces populations de déplacés internes estimées entre 10 et 80 000 personnes selon les sources, se sont installées en grande partie dans les villes de Kolwezi, Likasi, les localités de Malemba Nkulu, Kalemie (et les villages les environnant), et dans les localités bordant les régions de lacs intérieurs du Katanga.

A cause des obstacles sécuritaires, le signalement des cas de choléra en provenance de certaines zones de santé a été fortement perturbé. Parmi ces zones de santé, on retrouve : Kilwa, Pweto, Kasenga et Moba, situées entre les lacs Tanganyika et Moero. Ces zones de santé représentent une population de 623 913 habitants répartis sur 33 518 km². Elles n'ont pu être incluses dans l'étude.

La province du Kasaï Oriental est moins vaste que le Katanga (170 103 km²), et un peu moins peuplée (6 713 009 habitants). La densité de population est double de celle du Katanga, mais, là aussi, il existe de fortes disparités entre le Nord, forestier, et le Sud, occupé par la savane et par la ville de Mbujimayi. Le Kasaï Oriental comprend actuellement 48 zones de santé [11]. Le climat est de type tropical humide avec une saison des pluies de septembre à avril et une saison sèche le reste de l'année. Le couvert végétal du Kasaï oriental présente deux aspects avec, au sud, une savane boisée et au nord, la forêt (début de la forêt équatoriale). La capitale provinciale, Mbujimayi (2 500 000 habitants), s'est développée autour de l'exploitation artisanale et industrielle du diamant [13]. Elle n'a jamais bénéficié d'un vrai plan d'urbanisation et son expansion démographique a été extrêmement rapide. Les problèmes d'assainissement, le manque d'eau potable et d'électricité en font l'une des villes les plus insalubres du pays. Ville enclavée, elle est fortement tributaire de la province du Katanga pour son approvisionnement. Plusieurs mines de diamants sont situées dans les zones rurales autour de Mbujimayi et celles du sud-ouest de la province. Les zones rurales du Nord

et du Sud-Est sont, elles, essentiellement agricoles. Toutes ces zones sont relativement peu peuplées, à l'exception des zones rurales productrices de diamant où, de façon transitoire et en saison sèche, la population augmente considérablement en raison des activités d'exploitation artisanale de diamant [13]. Les routes sont rares au Nord à cause de la forêt et assez nombreuses au Sud où la savane facilite la construction et l'entretien (on y retrouve les 2/3 des routes). En dehors de l'unique tronçon bitumé (120 km) qui relie Mbujimayi à la gare ferroviaire de Mwene Ditu, les routes sont quasi impraticables en saison des pluies.



Carte réalisée à l'aide du logiciel Philcarto - http://perso.club-internet.fr/philgeo, Didier Bompangue

Figure 1 : Le Katanga et le Kasaï oriental dans la RDC.

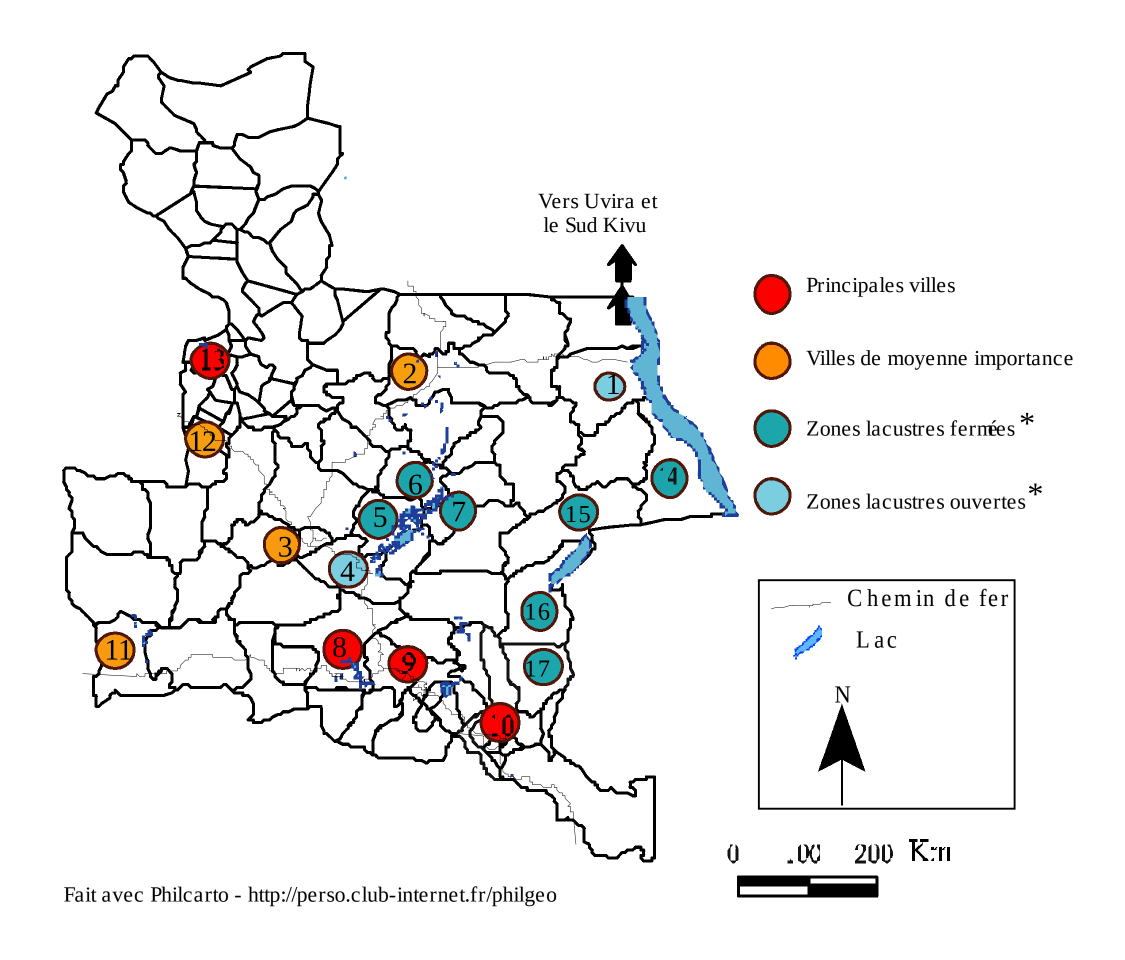


Figure 2 : Zones de santé (ZS) des provinces du Katanga et du Kasaï Oriental, RDC.

La principale liaison entre la ZS de Kalemie (au Nord-Est) et les grandes villes du Sud passe par la voie de chemin de fer.

<u>ZS du Katanga</u>

1- Kalemie
2- Ankoro
3- Kamina
4- Bukama-Butumba
5- Kinkondja
6- Malemba nkulu
7- Mulongo-Mukanga
8- Kolwezi
9- Lisasi
10- Ville de Lubumbashi
11- Dilolo (axe du chemin de fer non fonctionnel, jusqu'en 2005)
14- Moba
15- Pweto
16- Kilwa
17- Kasenga

<u>ZS du Kasaï oriental</u>

12- Mwene Ditu
13- Ville de Mbujimayi

**Les zones lacustres ouvertes (Kalemie, Bukama/Butumba)* sont situées sur les grands axes de circulation (ports, gares) et de rencontres (zones de pêche à forte densité de population, zones de relais commerciaux).

Les zones lacustres fermées (Kinkondja, Malemba Nkulu, Mulongo/Mukanga) sont plus enclavées, de plus faible densité de population.

2.2- Le système de surveillance épidémiologique et de riposte aux épidémies en RDC

Il est organisé par le Ministère de la Santé au sein d'une Direction de lutte contre la maladie. Cette direction gère une cellule de surveillance épidémiologique où tous les acteurs (ministères nationaux concernés, organisations non gouvernementales internationales (ONG), agences des nations unies et départements médicaux des services de coopération), se réunissent de façon hebdomadaire et ce, pratiquement sans interruption, depuis septembre 1998. Le bureau de surveillance épidémiologique de la Direction de lutte contre les épidémies synthétise les informations apportées lors des réunions de la cellule de surveillance épidémiologique et met à jour les bases de données sur les maladies à potentiel épidémique identifiées comme prioritaires pour le pays (13 maladies dont le choléra). Chaque province gère également une base de données pour ses propres zones de santé (au niveau des bureaux des inspections médicales). La qualité de la surveillance, en terme d'exhaustivité et de rapidité d'acheminement des données de surveillance (complétude et promptitude), est variable d'une zone de santé à l'autre et d'une période de temps à l'autre. Cependant, lorsqu'une épidémie est identifiée, il est habituel de noter une amélioration du rythme et la qualité des notifications des données pendant la phase de gestion de l'épidémie, à cause d'une plus grande attention de tous les intervenants et du soutien des ONG internationales en général, et plus particulièrement Médecins Sans Frontières (MSF) pour les épidémies de choléra [14]. En cas d'alerte sur une éventuelle épidémie, les investigations sont menées, soit par des équipes conjointes (Ministère de la Santé, ONG, OMS) envoyées depuis Kinshasa, soit par les ONG accompagnées des équipes provinciales. C'est lors de ces investigations que des prélèvements sont réalisés sur des patients suspects de choléra pour identifier formellement l'agent pathogène (identification de l'espèce, du sérogroupe, du biotype et du sérotype ; réalisation d'un antibiogramme). Une fois l'épidémie authentifiée, les patients ne font plus l'objet de nouveaux prélèvements et la définition proposée par l'OMS est appliquée pour compter les cas : «un malade âgé de plus de 5 ans souffrant d'un épisode de diarrhée aqueuse (généralement avec vomissement) provoquant une déshydratation sévère», ou «un malade âgé de plus de deux ans souffrant d'une diarrhée aqueuse aiguë dans une région où sévit une épidémie de choléra»[14]. Les données collectées sur le terrain sont ensuite colligées dans les rapports des missions d'investigations, dont une copie est systématiquement envoyée au bureau de surveillance épidémiologique.

2.3- Sources des données utilisées pour cette étude

2.3.1- Données sur les épidémies

L'étude a été menée à partir des bases de données de la Direction de lutte contre la maladie. Ces données ont servi à calculer les taux d'attaque hebdomadaires du choléra pour chaque zone de santé et pour 10 000 habitants, le taux d'attaque hebdomadaire moyen pour chaque zone de santé et pour 10 000 habitants pour la période 2002-2004, le taux d'attaque maximum constaté dans chaque zone de santé et la variance du taux d'attaque hebdomadaire au cours de la période de trois ans. Enfin, comme les épidémies étaient souvent interrompues par des périodes d'accalmie plus ou moins prolongées, nous avons calculé, pour chaque zone, le nombre de semaines avec au moins un cas de choléra divisé par le nombre total de semaines de la durée d'étude.

Une revue documentaire a aussi été réalisée à Kinshasa et dans les deux provinces concernées, en visitant plus particulièrement la Direction de la lutte contre la maladie, la Direction des soins de santé primaire, les inspections médicales provinciales du Katanga et du Kasaï, les sièges européens et congolais de MSF France et Belgique, les bureaux de l'OMS à Kinshasa, Lubumbashi et Mbujimayi. L'ensemble des rapports des missions d'investigation des épisodes épidémiques survenus au Katanga et au Kasaï oriental de 2000 à 2004 et des rapports hebdomadaires des situations de terrain (84 rapports au total) ont été consultés ainsi que les rapports d'activité des zones de santé, des inspections médicales des provinces, de la Direction de lutte contre la maladie et des programmes d'urgence des ONG intervenant sur terrain (18 rapports au total).

2.3.2- Autres données

Les données de population ont été recherchées à partir des rapports du Ministère de la Santé (Rapport du Système national d'information sanitaire, 2004). Les informations sur les mouvements de populations ont été obtenues en analysant les différents rapports de missions d'investigations des équipes d'ONG humanitaires internationales et des équipes nationales présentes sur terrain. Les informations sur la vie quotidienne des populations (particularités socio-culturelles, mode de vie et comportements des populations concernées) ont été collectées lors d'enquêtes de terrain à l'occasion des missions d'investigation d'épidémies et d'autres missions exploratoires. L'importance des axes routiers a été estimée en fonction des informations sur les anciens tracés des réseaux routiers. Nous les avons classés en grand ou petit axe routier selon que la zone était traversée par une route nationale ou pas. Mais ces

routes nationales sont dans un état de vétusté tel qu'elles ne sont qu'à peine praticables et seulement en saison sèche.

Les cartes qui ont servi de base à notre étude ont été obtenues auprès de l'Institut Géographique du Congo (IGC). Une carte papier A8 (échelle: 1/1 000 000) découpant la RDC en zones de santé, scannée, a permis d'obtenir un fichier carte de format TIFF (de type Raster). Le logiciel Streamline de la suite d'Adobe® a permis la transformation du fichier TIFF en fichier de format Illustrator EPS (carte de type vectoriel)[15]. Pour des besoins pratiques d'analyses groupées, une carte de l'« inter-région Katanga-Kasaï oriental » a été réalisée. Les cartes thématiques ont été réalisées à l'aide du logiciel PhilCarto V2.2 puis finalisées sur Adobe Illustrator 8.0.

2.4- Analyse statistique des données

L'exploration des données a été effectuée à partir d'un tableau croisé dynamique sur Microsoft Excel 2003. Une typologie des zones de santé a été réalisée en effectuant une analyse par composante principale incluant les paramètres suivants : la densité de population, l'existence ou non dans la zone de santé d'au moins une ville de plus de 100 000 habitants, la situation sur un grand ou petit axe routier, la présence ou non d'une gare ferroviaire, d'un port, d'un lac, le taux d'attaque hebdomadaire maximum, le taux d'attaque hebdomadaire moyen, la variance du taux d'attaque hebdomadaire et le pourcentage de semaines avec un nombre de cas rapportés supérieur à zéro. Les zones de santé ont été ensuite agrégées par une classification hiérarchique ascendante sur les trois principaux axes en utilisant la méthode de lien complet [16] sur le programme XL Stat de Addinsoft™ version 2006.2[17] et le logiciel d'analyse R version 2.2.0. Le test non paramétrique de Kruskal-Wallis a été utilisé pour comparer les paramètres des différents groupes retenus après la réalisation de la classification hiérarchique ascendante.

La significativité a été considérée comme bonne pour des valeurs de $p<0,05$.

Les zones de santé de Kilwa, Kasenga, Pweto et Moba ont été exclues de l'analyse en composante principale à cause du manque de fiabilité des données (mauvaise notification des cas pendant les périodes de conflit).

3- Résultats

3.1- Données globales sur les épidémies de choléra au Katanga et au Kasaï oriental

De 2002 à 2004, 55 283 cas et 2 761 décès par choléra (létalité de 5%) ont été répertoriés dans les provinces du Katanga et du Kasaï oriental, soit 15 % des cas et 31 % des décès par choléra notifiés au niveau mondial pour la même période (Tableau I).

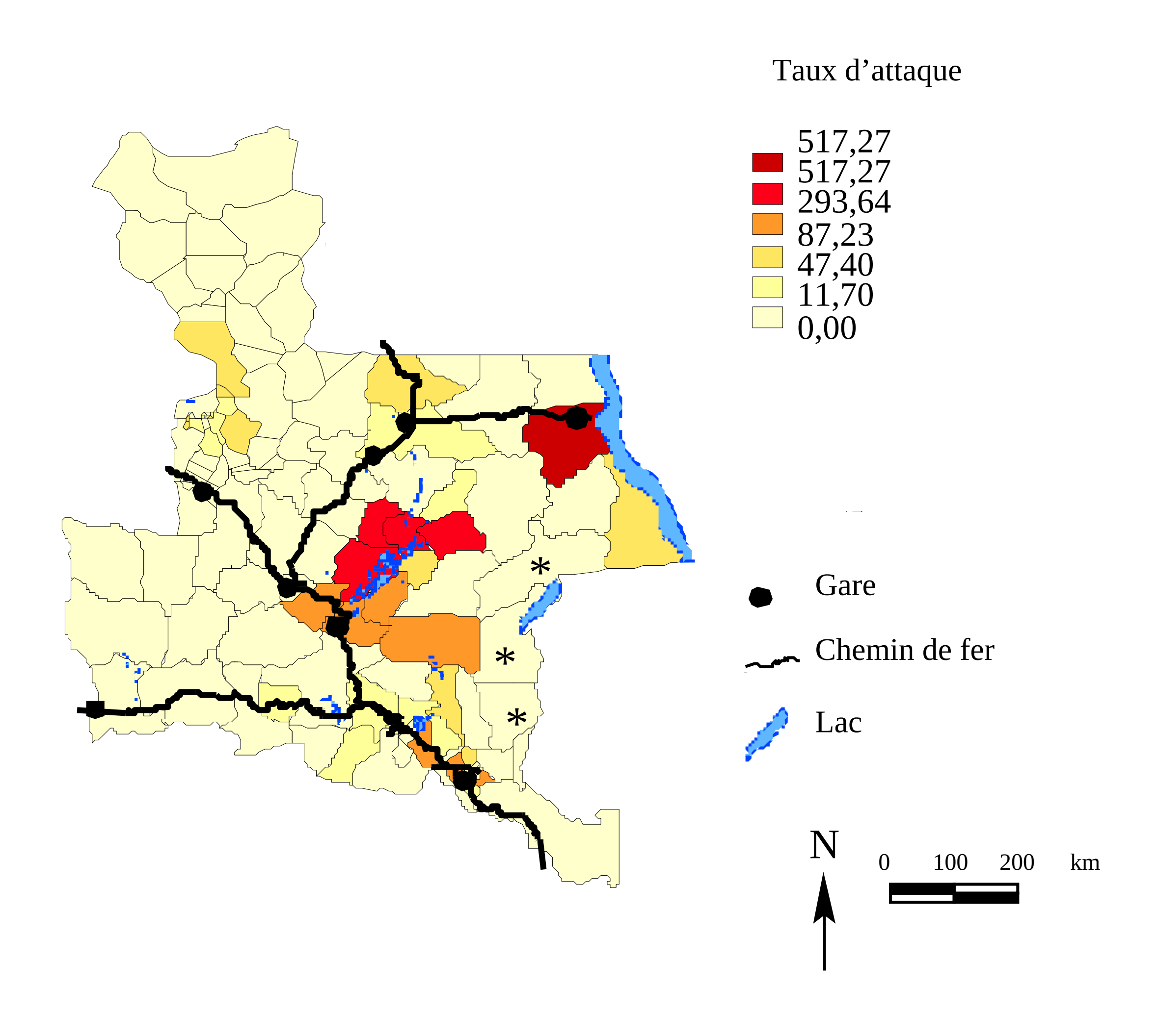
La confirmation du choléra a été faite par le laboratoire national sur la base des prélèvements de selles effectués sur le terrain. La souche identifiée par le laboratoire est la souche 01 du *Vibrio Cholerae* biotype El Tor, sérotype Ogawa. En même temps que le sérotype Ogawa, le sérotype Inaba a été également isolé dans les zones de santé de Kole (Kasaï oriental) et Malemba Nkulu (Katanga).

Tableau I : Cas et décès de choléra, Katanga et Kasaï oriental, RDC, 1999-2005.

	Kasaï oriental		**Katanga**		**R D C**		**Monde**	
	Cas	**Décès**	**Cas**	**Décès**	**Cas**	**Décès**	**Cas**	**Décès**
1999	0	0	247	0	12711	783	254310	9175
2000	0	0	5821	489	14991	895	137071	4908
2001	0	0	3787	367	8648	416	184311	2728
2002	**2401**	**194**	**30053**	**1572**	40108	2152	142311	4564
2003	**6225**	**303**	**11717**	**473**	27272	989	111575	1894
2004	**1130**	**85**	**3757**	**134**	7983	354	101383	2345
2005	23	1	2824	48	13793	232	ND	ND

Globalement, l'épidémie n'a pas touché de la même manière l'ensemble des zones de santé, certaines sont restées indemnes tandis que d'autres ont connu, pour la période de trois ans, des taux d'attaque pouvant dépasser 500 cas pour 10 000 habitants (figure 3). De même, si l'on s'intéresse à l'évolution temporelle de l'épidémie, on constate qu'elle se compose d'une succession de flambées entrecoupées par des périodes d'accalmie relative (figure 4).

Durant ces périodes d'accalmie, qui se situent au milieu des années 2002, 2003 et 2004 (semaine 26) et à la fin de l'année 2002 (semaine 52), seules quelques zones de santé, dont les zones de santé de Kalemie et de Bukama, situées respectivement sur les rives des lacs Tanganyika et Upemba, présentaient des cas de choléra (figure 5).



Carte réalisée à l’aide du logiciel Philcarto - http://perso.club-internet.fr/philgeo [discrétisation de Jenks]

* Provinces dont le taux d’attaque est propablement fortement sous-évalué du fait d’un défaut de notification lié au contexte d’insécurité.

Figure 3 : Taux d’attaque cumulé du choléra, pour 10 000 habitants, provinces du Katanga et du Kasaï Oriental, RDC, 2002-2004.

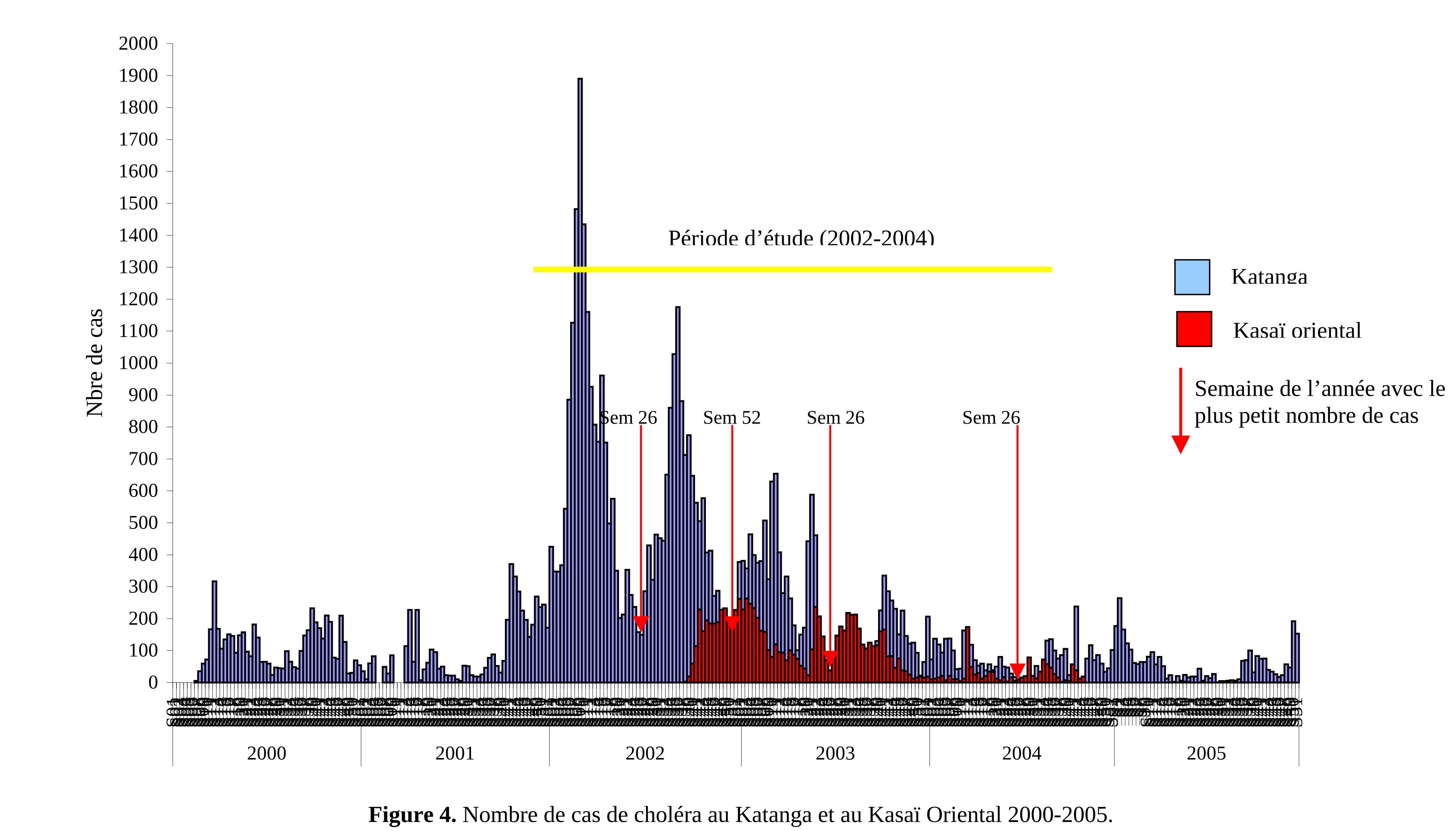


Figure 4. Nombre de cas de choléra au Katanga et au Kasaï Oriental 2000-2005.

Semaine 26, 2002 (du 24 au 30 juin). **Semaine 52, 2002 (du 23 au 29 Décembre).**

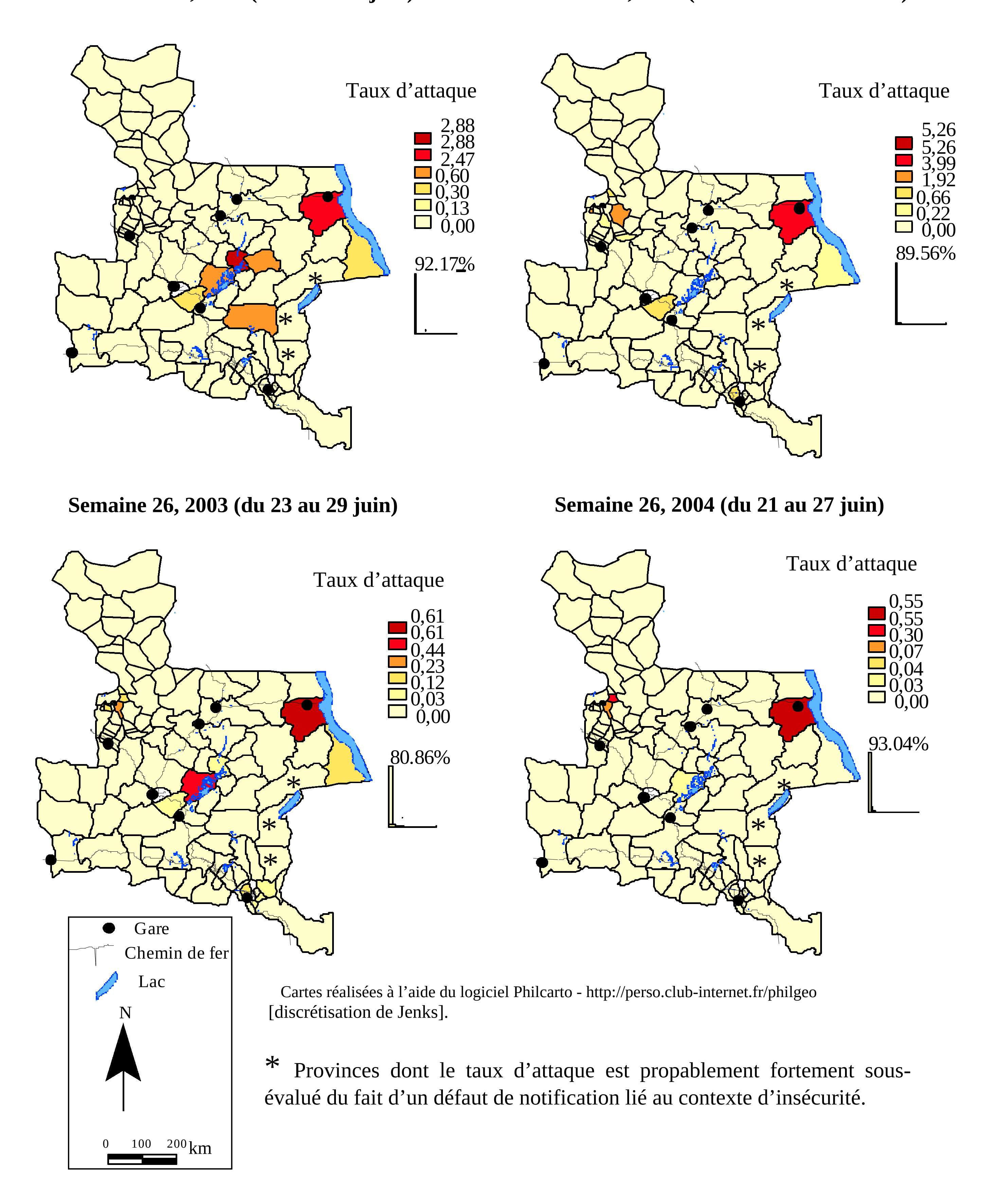


Figure 5 : Taux d'attaque hebdomadaire (pour 10 000 habitants) du choléra dans les ZS du Katanga et du Kasaï oriental pendant les semaines d'accalmie entre les vagues épidémiques.

3.2- Typologie des zones de santé en fonction de leurs caractéristiques géographiques et de l'évolution des épidémies

La classification hiérarchique effectuée à partir des trois axes principaux distingue trois groupes de zones de santé : des zones lacustres endémo-épidémiques, des zones urbaines épidémiques et des zones partiellement ou totalement épargnées par le choléra (figure 6a et 6b). Dans ces zones, l'arrivée du choléra s'est traduite par des conséquences très contrastées, en terme de taux d'attaque et de durée d'épidémie (Tableau II).

3.2.1- Régions lacustres

Lorsqu'on s'intéresse aux régions lacustres les plus touchées, on constate que le choléra se traduit par une succession de flambées épidémiques entrecoupées de périodes d'accalmie totale (figure 7a et 7b). Le profil des épidémies dans la zone de santé de Bukama/Butumba est caractéristique de cette situation. On distingue en effet très clairement cinq périodes d'exacerbation épidémique durant deux à quatre mois, séparées par des périodes où le taux d'attaque (TA) descend en dessous de un cas hebdomadaire pour 10 000 habitants, voire même par des périodes sans aucun cas déclaré (figure 7b). Si l'on recherche les périodes de flambée épidémique pour les quatre zones de santé les plus touchées, on s'aperçoit que ces flambées se déroulent en cascade, touchant d'abord Kalemie, au bord du lac Tanganyika, puis Bukama, au centre de la province, puis les zones lacustres situées au nord de Bukama, à commencer par la plus proche, Kinkondja, puis Malemba (figure 7b). Ces phénomènes d'activation en cascade des épidémies ne semblent pas être rythmés par l'activité de pêche (absence de concordance temporelle, voir figure 7b). En revanche, il faut noter l'existence d'une liaison ferroviaire entre Kalemie et Bukama (figure 2). Jusqu'en fin 2003, le trafic sur cet axe ferroviaire a été interrompu par le conflit au nord du Katanga. Cependant, la ligne de chemin de fer a servi d'axe de déplacement pour les populations civiles fuyant les combats, et les gares, en particulier celle d'Ankoro située entre Kalemie et Bukama, de camps de déplacés dans lesquels des flambées de choléra ont été notées. En 2004, le rétablissement du trafic ferroviaire a permis de faciliter les communications entre ces deux villes lacustres. Par ailleurs, si la pêche ne semble pas être le facteur déclenchant des flambées de choléra constatées dans les lacs intérieurs, elle intervient comme facteur aggravant. Ainsi, une enquête effectuée à Malemba pour chercher à comprendre les raisons d'une persistance du choléra a montré que les foyers résiduels étaient situés à distance de la ville, sur les zones de pêche. Les cas de choléra ne sont pas toujours signalés, ils sont considérés par les pêcheurs comme des décès « normaux », liés au « sacrifices » faits au « dieux des poissons » en échange d'une fructueuse saison de pêche. Ces cas de décès par

choléra ignoré, dont l'inhumation est marquée par de grands rituels funèbres, peuvent générer de nouvelles flambées à partir des zones lacustres.

3.2.2- Choléra en zone urbaine

3.2.2- 1- Choléra à Lubumbashi

Les rapports d'investigation de la Direction de la lutte contre la maladie montrent que la première flambée de choléra à Lubumbashi a débuté lors de la semaine 40 (quelques semaines avant la période étudiée). Il n'a donc pas été possible de reconstituer avec précision l'histoire des premiers cas survenus dans cette ville. Toutefois, d'autres rapports de mission révèlent l'existence de flambées épidémiques de choléra depuis les semaines 4 et 10 de l'année 2001 dans les zones de santé de Kabalo et de Ankoro, au nord du Katanga (figure 2), en pleine période d'exacerbation du conflit au nord du Katanga. La présence de choléra dans les zones de santé de Bukama et Kinkondja a été notée à partir de la semaine 40. C'est au même moment que Lisaki, l'autre grande ville du sud du Katanga a notifié ses premiers cas de choléra. Il existe une liaison ferroviaire entre Ankoro et Bukama d'une part et entre Bukama et Lubumbashi, d'autre part. Ces épidémies des villes du sud du Katanga, débutées en fin 2001, se poursuivaient au début 2002, alors qu'à Bukama et Kinkondja, une accalmie s'était dessinée, vite suivie par une nouvelle flambée début 2002. A Lubumbashi, l'épidémie a concerné en priorité les zones de santé des quartiers les plus anciens de la ville où la densité de population est la plus forte et où les conditions d'hygiène sont les plus mauvaises (ZS Kenya et Lubumbashi ayant des densités autour de 17 000 hab./km²). Les rapports de situation signalent par ailleurs le mauvais état du réseau de distribution en eau potable, ce qui a rendu difficile la lutte contre le choléra dans cette ville. Alors que la situation semblait maîtrisée, avec une disparition de tout cas déclaré depuis plusieurs mois (figure 8), une nouvelle épidémie s'est déclarée lors de la troisième semaine de l'année 2003 (semaine du 13 au 19 janvier), contemporaine d'une nouvelle flambée à Bukama, (reliée à Lubumbashi par une ligne ferroviaire et une importante voie routière).

La deuxième flambée (début 2003) survient après celles de Bukama et de Kalemie.

Les autres zones urbaines du Katanga (Kolwezi, Likasi et Kamina) ont été moins touchées que Lubumbashi avec 1535 cas, 87 décès et un long épisode épidémique ayant débuté autour de la semaine 40 en 2001, pour se terminer à la semaine 20 en 2002. Ces zones ont rapporté quelques cas sporadiques de choléra en 2003, et aucun en 2004.

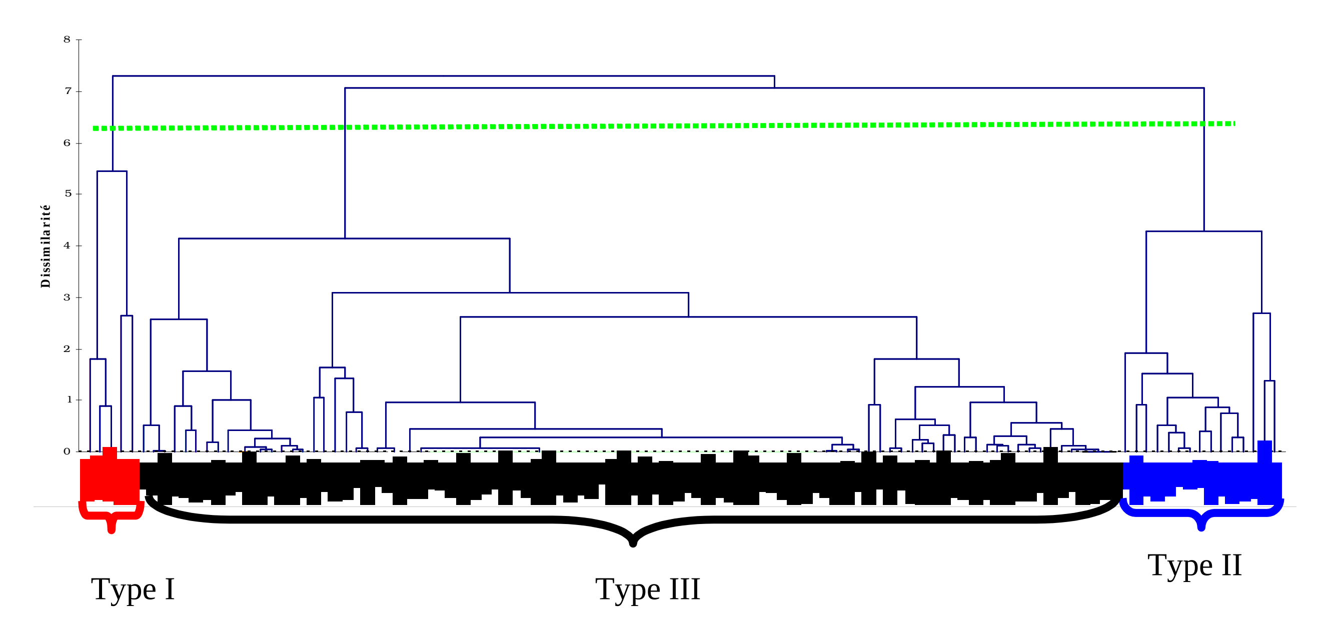


Figure 6a. Résultat de la classification hiérarchique ascendante des zones de santé effectuée à partir des trois premiers axes (expliquant 70,39% de la variabilité) issus de l'analyse en composante principale.

Le premier groupe identifié (en rouge) correspond à des zones lacustres fortement et durablement touchées (profil endémo-épidémique), le deuxième (en bleu) à des zones urbaines touchées fortement mais plus brièvement (profil épidémique), le troisième (en noir) regroupe des zones peu ou pas touchées par le choléra.

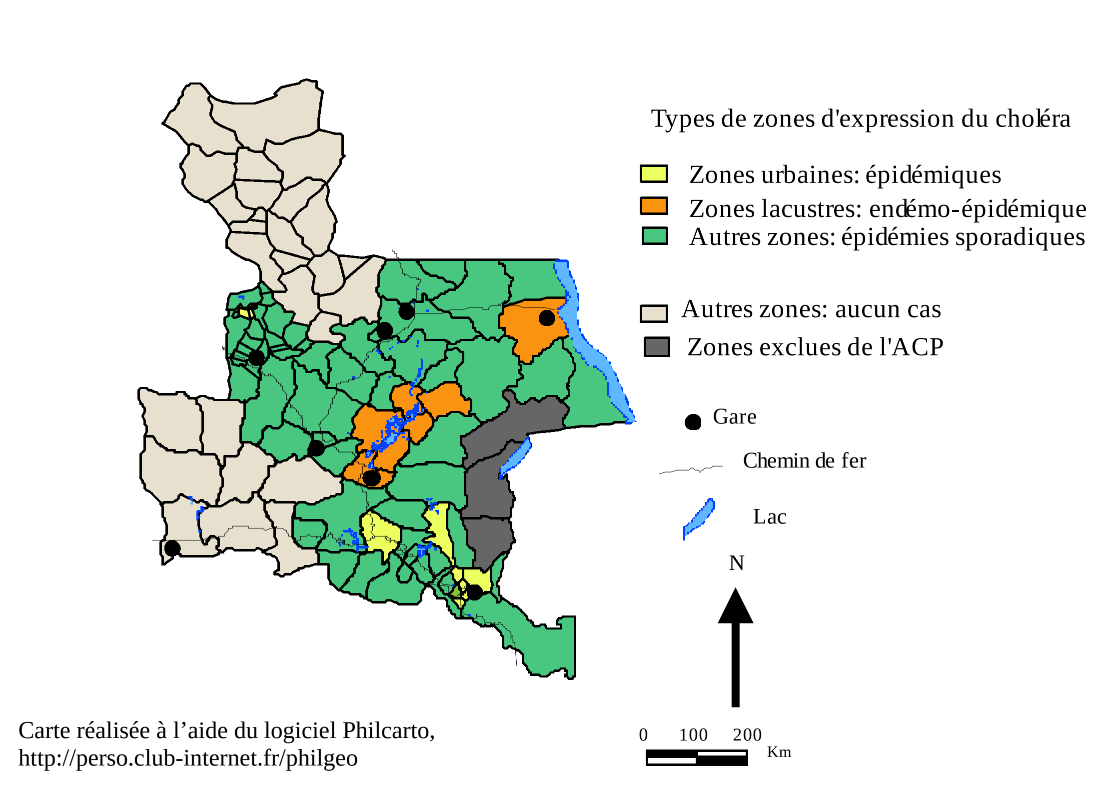


Figure 6b. Distribution géographique des zones de santé selon le classement obtenu par ACP, Katanga, Kasaï oriental, RDC.

Tableau II : Caractéristiques géographiques et épidémiologique des zones de santé en fonction de leur classement.

Type de zone de santé	Type (1): zones lacustres	Type (2): Zones urbaines	Type 3: Les autres zones de santé	p*
Caractéristique épidémique	Endemo-épidémiques	Epidémiques	Epidémiques, cas sporadiques ou zones non touchées	
ZS+ % (n/t)	100 (7/7)	100 (15/15)	43,82(39/89)	
Population (nombre) n (%)	1.260. 870 (7,73)	2. 666. 912(16,35)	11. 533. 873 (70,71)	
Superficie (Km²) n (%)	70. 054 (10,50)	12. 410 (1,86)	533. 848 (80,01)	
Densité moyenne (hab/km²) moyenne (SD)	33 (31)	1. 639 (858)	322 (1. 053)	<0,001
Cas rapportés n (%)	27. 863 (50)	12. 389(22)	13199(24)	
Létalité globale (%) moyenne (SD)	5,90 (2,57)	5,65 (6,34)	11,12 (16,34)	NS
TA gen moyenne (SD)	168,84 (141,20)	41,63 (43,47)	16,22 (57,29)	< 0,00
Tamy hebd moyenne (SD)	1,55 (1,09)	0,30 (0,27)	0,06 (0,14)	< 0,001
Tamx hebd moyenne (SD)	12,66 (11,65)	5,45 (5,86)	1,78 (3,72)	< 0,001
VarTA moyenne (SD)	7,73 (9,25)	1,39 (2,35)	0,32 (1,26)	< 0,001
Semcas (%) moyenne (SD)	50,51 (31,16)	37,44 (23,07)	10,52 (17,60)	< 0,001

*p : Test non paramétrique de Kruskall-Wallis

CasRap : Nombre de cas du groupe/ Nombre de cas des 2 provinces durant la période d’étude.

ZS+ %(n/t): Pourcentage de zone de santé ayant rapporté au moins un cas sur l’ensemble des zones constituant le groupe.

Semcas : Pourcentage de semaines au cours de laquelle des cas ont été rapportés durant la période d’étude.

TA gen : Taux d’attaque (incidence) général par zone de santé.

Tamy hebd: Taux d’attaque moyen hebdomadaire par zone de santé.

Tamx hebd : Taux d’attaque hebdomadaire maximal.

VarTA : Variance du taux d’attaque.

SD : Déviation Standard (Standard Deviation).

Kinkondja

Bukama

Kalemie

Moba

Figure 7a: Taux d'attaque du choléra (pour 10 000 habitants), régions lacustres du Katanga.

A partir du taux d'attaque hebdomadaire moyen sur les 3 ans, un seuil (pointillés rouges) un seuil été défini pour chaque zone afin de visualiser les périodes d'exacerbation épidémiques. Du fait de problèmes de sécurité, le recueil de données a été interrompu à Moba entre novembre 2003 et octobre 2004.

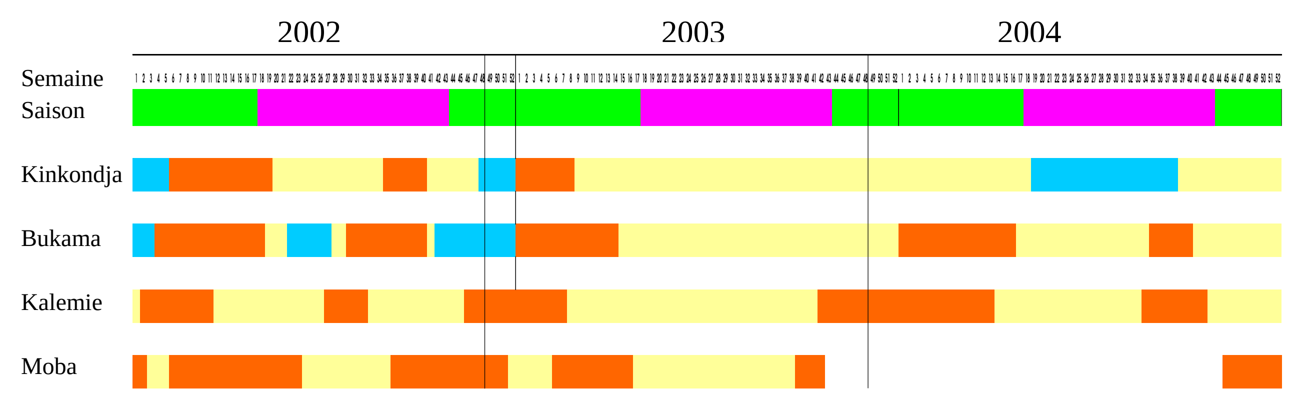


Figure 7b: Enchaînement des périodes de réactivation épidémique, Katanga, 2002-2004.

Cette procédure a permis de mettre en évidence des phases de réactivation en cascade, débutant par la zone de Kalemie, et diffusant vers Moba au Sud, d'une part, et Bukama puis Kikondja à l'Ouest, d'autre part. Ces épidémies surviennent en toutes saisons.

Saison des pluies
Saison sèche (pêche)
Période épidémique
Période d'accalmie
Aucun cas signalé

3.2.3- 2- Choléra à Mbujimayi : résultats de l'investigation sur les premiers cas rapportés au Kasaï oriental

Si le rôle de Bukama comme point de départ des épidémies de Lubumbashi n'est que suspecté du fait de la concordance entre la survenue des épidémies dans les deux villes, il a pu être établi formellement pour Mbujimayi. En effet, l'épidémie ayant été déclarée rapidement, le cas index et les premières étapes de la diffusion de l'épidémie ont pu être identifiés lors de la mission d'investigation. Le cas index du Kasaï est une dame de 35 ans qui est décédée le 21 septembre 2002 dans un village situé à 50 km au sud-ouest de Mbjujimayi, des suites d'une diarrhée profuse et de vomissements ayant entraînés une déshydratation et son décès en moins de 24 h (sans traitement médical). Suite au décès de son mari (deux jours après) le 23 septembre, les membres de sa famille, exaspérés, ont organisé un rituel pour identifier « le sorcier » responsable de ces morts inexpliquées. Le 24 septembre, la famille réunie au grand complet est invitée à prendre part à un rituel consistant à ingérer de l'eau dans laquelle ont été plongés les vêtements du défunt. Sur 24 personnes soumises à ce rituel, 9 vont présenter un épisode de diarrhée accompagnée de vomissements et 5 parmi les 9 décèdent dans les 24 heures suivant le rituel. Les cérémonies funéraires suivant ces différents décès ont ensuite favorisé la propagation de l'épidémie dans le reste des zones de santé. La recherche des sources de contamination de la dame décédée le 21 septembre fait apparaître qu'elle avait fait la toilette mortuaire d'une autre femme, une commerçante, décédée dans un tableau similaire deux jours plus tôt et qui, selon son entourage, venait de rentrer d'un voyage commercial au Katanga. La période de survenue de ces événements correspond à la fin de la saison de pêche à Bukama, lorsque les pêcheurs vendent le poisson séché aux commerçants qui l'acheminent vers les grandes villes. Cette période correspond aussi au deuxième pic d'épidémie de choléra dans la zone de santé de Bukama. Les soupçons d'envoûtement ont aussi facilité la diffusion du choléra dans les zones rurales avoisinantes, qui n'avaient pas connu d'épidémies depuis de nombreuses années. En effet, il n'est pas rare que les premiers cas ne soient pas reconnus par la population, ni même par le personnel de santé. Prise de panique après les premiers décès inexpliqués, les populations, fuyant leur village soupçonné d'être « envoûté par de mauvais esprits » se réfugient dans les villages voisins, disséminant ainsi la maladie. L'épidémie de Mbujimayi a été particulièrement longue (figure 9), puisqu'elle a persisté sans interruption pendant plus d'une année et ne s'est calmée qu'après la mise en place d'un programme d'information communautaire et de sécurisation des approvisionnements en eau des ménages (voir plus loin : lutte contre les épidémies). Au total, de 2002 à 2004, il a été rapporté dans la ville de Mbujumayi 4949 cas et

176 décès de choléra (létalité : 3,56%). Les cas rapportés à Mbujimayi représentent 4,4% des cas totaux.

3.2.4- Choléra dans les autres zones

Trente-six autres zones de santé ont rapporté au moins un cas de choléra. Il s'agit pour la plupart de zones rurales, situées dans la moitié est du Katanga et dans le sud du Kasaï, l'une d'entre elles, Moba, est située à proximité des lacs et présente un profil épidémique comparable à celui des autres zones lacustres, avec cependant des taux d'attaque bien plus faibles. Dans ces 39 zones de santé, les épidémies de choléra sont restées limitées dans leur ampleur et dans leur durée. Enfin, 54 zones de santé (47 %) n'ont rapporté aucun cas, et les différents rapports de situation de terrain des équipes d'intervention n'ont signalé aucune flambée épidémique, ni aucune rumeur d'épidémie dans ces zones de santé (voir leur localisation figure 6b).

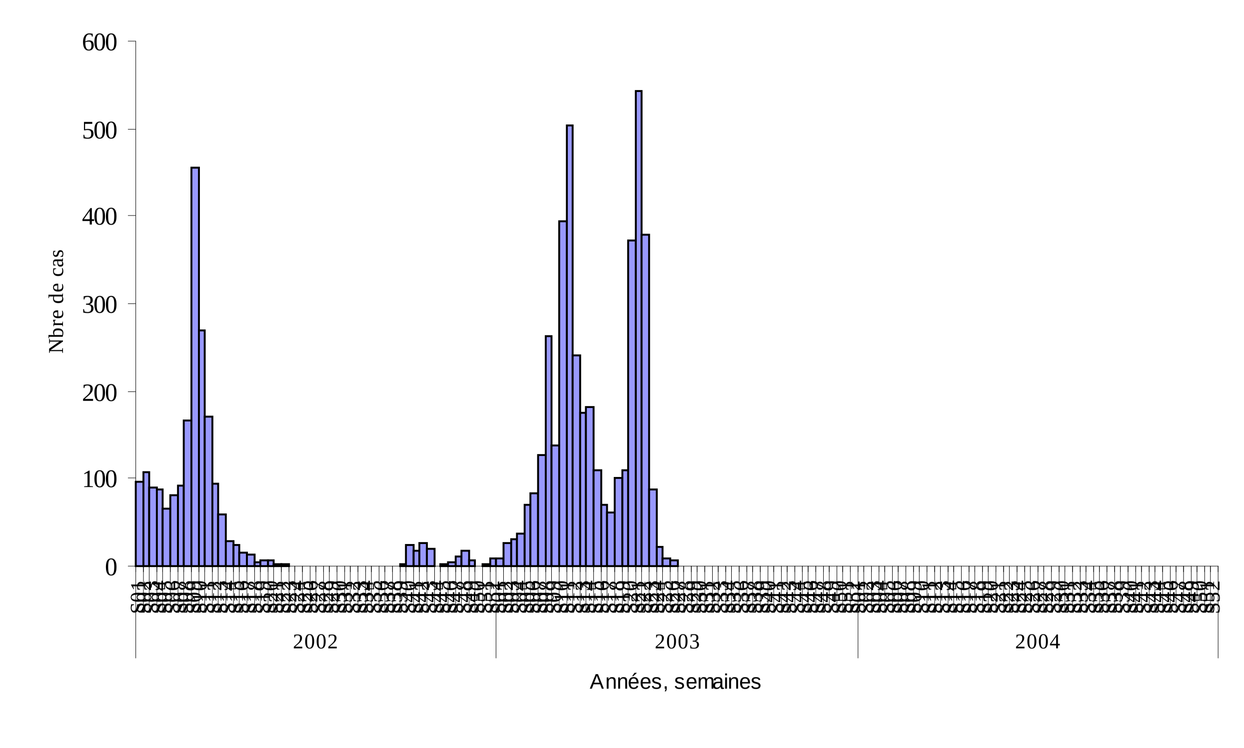


Figure 8 : Incidence hebdomadaire du choléra, Ville de Lubumbashi, Katanga, R D C, 2002-2004.

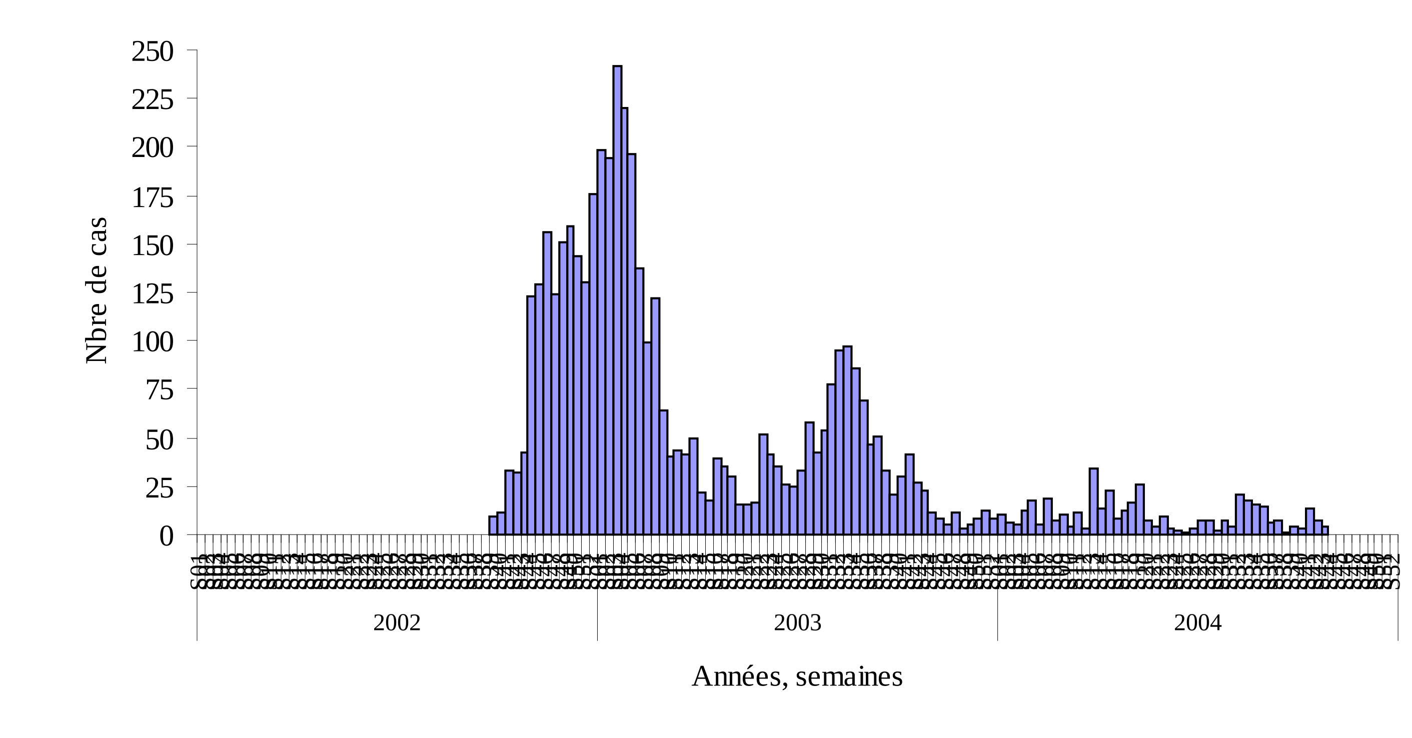
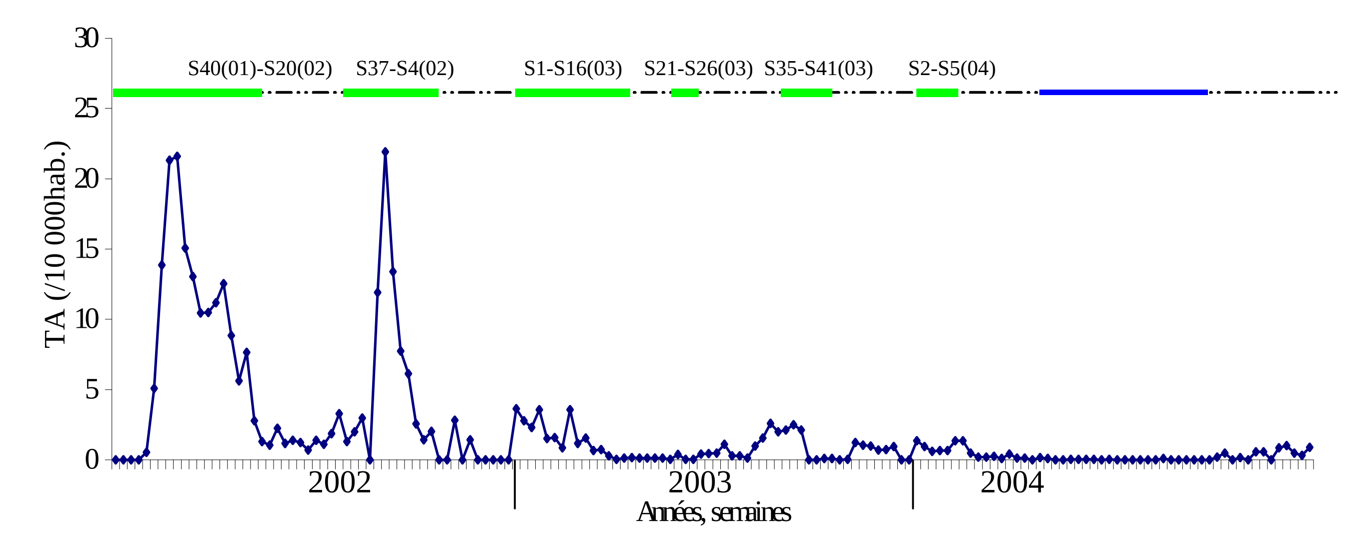


Figure 9 : Incidence hebdomadaire du choléra, Ville de Mbujimayi, Kasaï Oriental, RDC, 2002-2004.

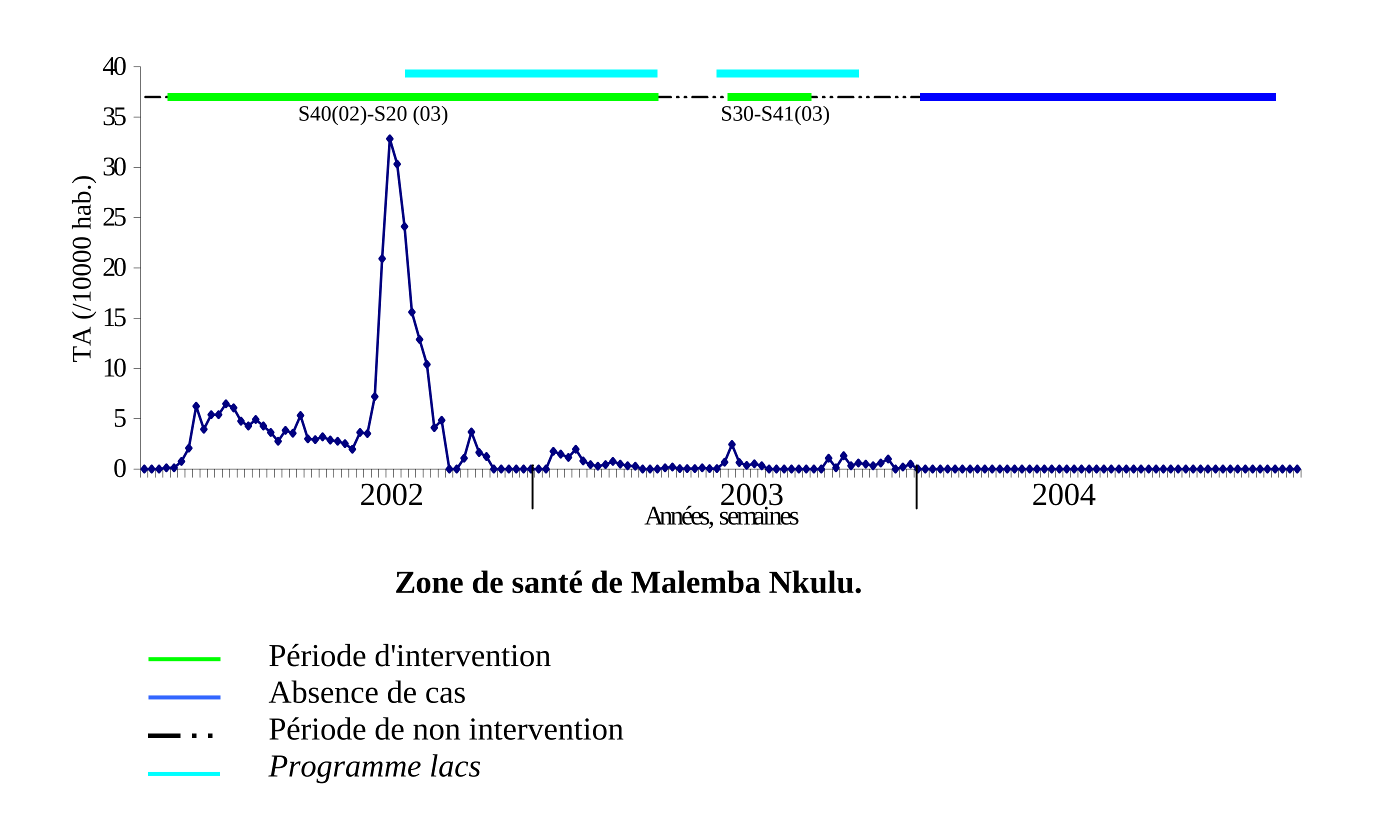
3. 3- Organisation de la lutte contre le choléra

Dans la presque totalité des cas, la prise en charge des épidémies s'est limitée à l'investigation des foyers épidémiques, la confirmation biologique des premiers cas, la prise en charge curative et la sensibilisation de la population sur les risques de choléra avec l'aide d'affiches traduites en langues locales et d'autres moyens de communication (crieurs de rue, radios locales). Les équipes d'appui se désengageaient rapidement, dès qu'une baisse de l'incidence des cas de choléra était notée. Très souvent, les équipes des ONG étaient amenées à revenir peu de temps après leur départ du fait d'une reprise de l'épidémie (figure 10). Les programmes visant à améliorer la sécurité de l'approvisionnement des ménages en eau telles que la chloration des puits, la réalisation de forages, la chloration des eaux des récipients au point d'eau, n'ont été réalisées qu'exceptionnellement, faute de moyens mais aussi par manque de conviction des équipes déployées sur le terrain ou de leurs responsables hiérarchiques. Outre ces interventions, dans la zone de santé de Malemba, un programme d'actions orientées sur les pêcheurs avait été mis en place (« *Programme lacs » de MSF France, ZS Malemba Nkulu, 2002-2003*). Il comprenait des interventions spécifiques orientées sur les populations de pêcheurs vivant dans les îlots disséminés le long des lacs et a été maintenu en place pendant le dernier trimestre 2002 et pratiquement toute l'année 2003. Les campements disséminés sur les îlots émergés dans les lacs de la zone de Malemba étaient inventoriés et visités par des équipes médicalisées. Les pêcheurs étaient sensibilisés sur les modes de contamination, les moyens de prévention et la conduite à tenir en cas de choléra. Ce programme prévoyait également un isolement rapide des cas de choléra survenant dans les campements de pêcheurs (accueil dès le port de Malemba par des équipes de techniciens sanitaires avec désinfection des patients et des accompagnants). Une distribution de jerrycans pour la conservation de l'eau potable a également eu lieu. Notons que, contrairement aux zones lacustres voisines de Bukama et de Kinkondja, les flambées constatées à Malemba y ont été très limitées en 2003, et qu'en 2004, aucun cas n'y a été signalé.

Un programme de sécurisation des ressources en eau de boisson a aussi été mené fin 2003 et en 2004 dans la ville de Mbujimayi. Ce programme, mis en œuvre par la Croix Rouge nationale de RDC avec le soutien du Comité International de la Croix Rouge, associait la chloration systématique de l'eau de boisson directement dans les récipients des populations par des équipes installées aux différents points de prélèvement d'eau et des visites systématiques au domicile de chaque habitant des quartiers touchés. Ces actions se sont révélées partiellement efficaces, puisque après plus d'une année d'épidémie, le choléra a enfin été maîtrisé dans la ville (figure 9).



Zone de santé de Kinkondja.



Zone de santé de Malemba Nkulu.

Figure 10: Périodes d'intervention sur le choléra, zones de santé de Kinkondja et Malemba Nkulu, 2002-2004.

Pendant la période d'intervention, les équipes d'ONG internationales (locales et expatriées) sont présentes sur le terrain. En dehors de ces périodes, la gestion de la phase de l'épidémie avec « peu de cas » est assurée par les équipes locales.

4- Discussion

Etant données l'étendue de la zone concernée (667 179 km², 16 311 389 habitants) et la période de temps prise en compte dans cette étude sur la diffusion du choléra, plusieurs phénomènes ont pu être mis en évidence alors qu'ils n'avaient pu être visualisés sur des études faites à des échelles différentes. L'hétérogénéité de la distribution du choléra entre deux zones est fonction de leurs caractéristiques géographiques. Les zones lacustres ont ainsi été les plus sévèrement touchées, avec de fortes épidémies à répétition entrecoupées de courtes phases inter-épidémiques. Les zones urbaines ont également connu de fortes épidémies, persistant plusieurs mois, suivies de périodes assez longues d'absence totale de cas. Les zones rurales éloignées ont été épargnées ou ont connu des épidémies limitées dans le temps et de faible importance. Ces résultats montrent aussi le rôle de plaque tournante joué par les villes de Kalemie et Bukama, situées à la fois sur des axes routiers et ferroviaires et à proximité d'un lac, aboutissant à la diffusion des épidémies de choléra vers de grands centres urbains situés à distance. Cependant le phénomène le plus troublant est la synchronisation des épisodes épidémiques entre les zones lacustres, non seulement pour des zones contiguës, mais aussi pour des zones lacustres situées à des centaines de kilomètres de distance.

Plusieurs hypothèses peuvent être proposées pour expliquer l'origine de cette synchronisation des épidémies en région lacustre. La première attribue un rôle central à Kalemie qui, par sa situation portuaire sur le lac Tanganyika, représente une zone de pêche importante mais aussi la porte d'entrée et de sortie du Katanga. Dans cette région du nord-est du Katanga, l'état impraticable des routes pousse les populations à recourir de façon préférentielle aux voies navigables comme le lac Tanganyika, qui relie le Katanga au Kivu via le port d'Uvira, une localité qui rapporte aussi de nombreux cas de choléra [11]. En outre, le lac Tanganyika est aussi bordé par le Burundi et la Tanzanie, deux pays souvent touchés par le choléra [7, 9]. Ces mêmes voies sont également utilisées par les pêcheurs qui affluent vers ces zones lacustres de façon saisonnière. Les épisodes épidémiques survenant de manière récurrente dans cette zone surexposée auraient diffusé de proche en proche vers les autres zones lacustres. En faveur de cette hypothèse, il faut noter l'activation en cascade des flambées épidémiques qui débutent toujours par une exacerbation des cas de choléra à Kalemie. S'agissant de zones de santé proches de Kalemie, comme celle de Moba, cette hypothèse est facile à défendre. Toutefois, la transmission des épidémies entre Kalemie et Bukama reste difficile à élucider, en particulier de 2002 à fin 2003. A cette époque, à cause des conflits dans le nord du Katanga, la circulation des

personnes à travers les voies de communication habituelles était fortement perturbée et le trafic des trains était interrompu entre Kalemie et Ankoro. Cependant, il est établi que de nombreux congolais, fuyant les combats, ont suivi les axes ferroviaires. Certains se sont même installés autour de la gare d'Ankoro avant de repartir par le train vers Bukama et le sud du Katanga. Une fois le choléra établi à Bukama, les épidémies peuvent diffuser de proche en proche dans les zones lacustres contiguës de Kinkondja, Malemba et Mulongo.

La deuxième hypothèse serait qu'un déterminant commun entraîne la survenue concomitante d'épidémies dans l'ensemble des zones lacustres. Le rôle des grands lacs comme source de certaines épidémies de choléra en Afrique continentale a déjà été suspecté et évoqué par plusieurs auteurs. Dans une étude sur une épidémie survenue en 1997-1998 au bord du lac Victoria au Kenya, Shapiro et coll. observaient une prédominance des cas chez les personnes vivant dans les villages bordant le lac, et montraient que boire l'eau du lac était lié à un risque important de contracter la maladie. Dans cette étude, les auteurs suggéraient un possible rôle du lac comme réservoir environnemental au moins transitoire du *Vibrio cholerae* [8] et un possible rôle des hyacinthes aquatiques dans le maintien de la source environnementale du *Vibrio cholerae*, lui permettant de se maintenir dans l'eau durant les périodes inter-épidémiques. Des observations similaires ont été faites en Tanzanie par Acosta et coll. [9]. L'hypothèse d'un déterminisme écologique du choléra au Katanga est séduisante et rapprocherait l'épidémiologie du choléra des lacs africains ce celle décrite dans les régions côtières du nord du Golfe du Bengale [2, 18-20]. Dans cette partie du monde, le caractère saisonnier des épidémies de choléra est maintenant établi, favorisé par les pluies de la mousson, qui entraînent le débordement de latrines, et le réchauffement des eaux de surface qui favorise la multiplication du phytoplancton et du zooplancton sur lesquels se concentrent les souches environnementales de *Vibrio cholerae* [18]. Cependant, deux problèmes se posent pour appliquer ces concepts aux lacs du Katanga. Tout d'abord, certaines des flambées épidémiques du Katanga se sont produites en plein cœur de la saison sèche. Ensuite, il n'est pas certain que *Vibrio cholerae*, bactérie des eaux saumâtres, puisse s'installer de manière pérenne dans les eaux douces des lacs du Katanga, où elle ne retrouve pas son biotope. Jusqu'ici, toutes les études qui ont démontré l'établissement d'un réservoir permanent de *Vibrio cholerae* dans l'eau concernaient des zones d'eau saumâtre, à la fois salées, alcalines et riches en matières organiques [18],[21], [22, 23].

Une troisième hypothèse prend en compte le rôle de l'homme et plus particulièrement celui que les activités des populations pourraient jouer dans les épidémies. Dès lors que l'on visite les

campements de pêcheurs sur les bords des lacs et sur les îlots découverts en saison sèche, il paraît clair que la consommation des eaux du lac sans mesure de protection, l'absence de bois pour faire du feu et donc faire bouillir l'eau (les îlots, inondés une partie de l'année, ne comportent pas de plantes ligneuses), et les difficultés pour accéder aux soins, font des campements de pêcheurs un lieu à fort risque épidémique de choléra, sitôt que la bactérie y est introduite par l'arrivée d'un malade. Certains comportements à risque observés chez les pêcheurs durant notre travail ont déjà été rapportés pour d'autres populations en Afrique de l'Ouest [24] et dans la région des grands lacs [9]. Les déplacements d'un campement à l'autre de certains pêcheurs, à la recherche de zones poissonneuses ou fuyant un campement touché par le choléra, pourraient contaminer de proche en proche les différents groupes de pêcheurs. Le retour de ces derniers pour se faire soigner permettrait ensuite au choléra de toucher les populations avoisinantes. L'investigation sur l'origine du choléra à Mbujimayi a même montré que dans les villes lacustres, les contacts entre pêcheurs et commerçants pouvaient être à l'origine de l'extension de l'épidémie à des zones urbaines éloignées. A la fin de la saison sèche, les pêcheurs rentrent dans leurs villages respectifs, dont certains peuvent êtres situés à distance des lacs. La dégradation des conditions d'hygiène, liée au débordement de latrines, et la venue de sujets porteurs du vibrion pourraient, dans un deuxième temps, être à l'origine d'une nouvelle flambée épidémique pendant la saison des pluies. Au total, rien ne permet de trancher entre ces hypothèses, il faudrait pour cela suivre de beaucoup plus près l'origine des patients atteints de choléra et leur évolution d'une saison à l'autre. Une étude bactériologique, utilisant des techniques de typage très discriminantes, pourrait même s'avérer nécessaire afin de mettre en évidence la circulation des clones bactériens [25, 26].

A la lumière des résultats de cette étude, montrant la place primordiale des zones comme Kalemie et Bukama dans le fonctionnement des épidémies de choléra au Katanga (sources et plaques tournantes), le lecteur pourrait s'étonner d'apprendre que ces zones n'ont fait l'objet d'aucune attention particulière lors de la lutte contre le choléra, en dehors des interventions habituelles qui mettaient plus l'accent sur le traitement des patients lors des phases d'aggravation de l'épidémie. En fait, seul un changement d'échelles spatiales et temporelles dans l'analyse du problème pouvait permettre de percevoir la situation telle que nous la décrivons dans cette étude. Cette nécessité d'étudier à large échelle certains phénomènes pour mieux en percevoir la dynamique a été démontrée sur d'autres maladies comme la coqueluche [27]. Avec du recul, nous admettons que, sur le terrain, personne n'avait une idée claire sur le rôle que pouvaient jouer ces zones lacustres dans la persistance de la maladie au Katanga. Même

l'auteur de ce travail qui se trouvait sur place pendant la période étudiée, n'avait pas perçu le lien entre les épisodes épidémiques, qui paraissaient survenir de manière indépendante et aléatoire. Le simple fait que les résultats exposés ici représentent pour son auteur et ceux qui l'ont accompagné sur le terrain une modification notable de leur perception de la dynamique des épidémies de choléra montre combien des études similaires seraient nécessaires dans d'autres régions d'Afrique.

Au total, les résultats présentés ici devaient conduire à revoir la stratégie de lutte contre le choléra en RDC, et dans des régions similaires d'Afrique, en indiquant plus clairement les zones où porter les efforts. Il existe maintenant des outils efficaces pour limiter la diffusion du choléra dans un lieu donné, incluant le traitement des cas, l'éducation sanitaire, l'approvisionnement en eau potable et, depuis quelques années, la vaccination de masse. Mais, comme l'ont écrit Lucas et coll. qui ont récemment évalué l'efficacité de la vaccination contre le choléra dans une zone endémique du Mozambique [10], « la question qui reste est celle du coût d'une telle opération dans un pays en voie de développement ». Nos résultats, en démontrant le rôle primordial et récurrent que jouent certaines zones très circonscrites, dans la genèse et la diffusion des épidémies de choléra, peuvent être d'un précieux apport pour définir une stratégie de vaccination efficiente visant en premier lieu les zones jouant le rôle de sources ou de plaques tournantes des épidémies. L'identification de ces zones clés sur l'ensemble du continent africain et l'établissement d'une carte des espaces à risque et des principales voies de diffusion des épidémies sont deux pré-requis indispensables pour la mise en œuvre d'un programme de prise en charge et de contrôle du choléra en Afrique. Le faible nombre de pays touchés par le choléra (en 2004, sur 31 pays africains ayant déclaré des cas de choléra à l'OMS, 17 seulement avaient plus d'un millier de cas) [4] nous pousse à être optimiste sur la faisabilité d'un tel projet. En effet, l'étude présentée ici n'a bénéficié d'aucune subvention, et pourra être complétée avec des moyens financiers modestes. Les conditions dans lesquelles cette première étape du travail a été réalisée montrent qu'avec un minimum de mobilisation, l'établissement d'une cartographie du choléra dans l'ensemble du continent africain dans le but de mener des actions spécifiques contre la maladie représente un objectif ambitieux mais réaliste. Ce qui est en voie d'être établi pour un pays aussi vaste et difficile d'accès que la RDC, doit pouvoir l'être dans les autres pays d'Afrique, généralement de moindre étendue.

5- Références bibliographiques

1. Faruque, S.M., Islam, M. J., Ahmad, Q. S., Faruque, A. S. G., Sack, D. A., Nair, G. B., Mekalanos, J. J., *Self-limiting nature of seasonal cholera epidemics: Role of host-mediated amplification of phage.* Microbiology, 2005. **102**: 6119-6124.

2. Faruque, S.M., Albert, M. J., Mekalanos, J. J., *Epidemiology, Genetics, and Ecology of Toxigenic Vibrio cholerae.* Microbiology and Molecular biology Reviews, 1998. **62**: 1301-1314.

3. World Health Organisation. *Cholera in 2002. Wkly Epidemiol Rec*, 2003. **78**(31): 269-276.

4. World Health Organisation. *Cholera in 2003. Wkly Epidemiol Rec, 2004*. **79**(31): 281-288.

5. World Health Organisation. *Cholera in 2004. Wkly Epidemiol Rec*, 2005. **80**(31): 261-268.

6. Siddique, A.K., Salam, A., Islam, M. S., Akram, K., Majumdar, R. N., Zaman, K., Fronczak, N., Laston, S., *Why treatment centres failed to prevent cholera deaths among Rwandan refugees in Goma, Zaire.* Lancet, 1995. **345**: 359-361.

7. Birmingham, M.E., Lee, L. A., Ndayimirije, N., Nkurikiye, S., Hersh, B. S., Wells, J. G., Deming, M. S., *Epidemic cholera in Burundi: patterns of transmission in the Great Rift Valley Lake region.* Lancet, 1997. **349**: 981-85.

8. Shapiro, R.L., Otieno, M. R., Adcock, P. M., Phillips-Howard, P., A., Hawley, W. A., Kumar, Lata., Waiyaki, P., Nahlen, B. L., Slutsker, L., *Transmission of epicemic Vibrio cholerae O1, In rural western Kenya associated with drinking water from lake Victoria: an environmental reservoir for cholera?* Am. J. Trop. Med. Hyg., 1999. **60**(2): 271- 276.

9. Acosta, C.J., Galindo, C. M., Kimario, J., Senkero, K., Urassa, H., Casals, C., Corachan, M., Eseko, N., Tanner, M., Mshinda, H., Lwilla, F., Vila, J., Alonso, P.L., *Cholera outbreak in Southern Tanzania: risk factors and patterns of transmission.* Emerging Infectious Diseases, 2001. **7**: 583-587.

10. Lucas, M.E., Deen, J. L., von Seidlein, L., Wang, X. Y., Ampuero, J., Puri, M., Ali, M., Ansaruzzaman, M., Amos, J., Macuamule, A., Cavailler, P, Guerin, P.J., Mahoudeau, C., Kahozi-Sangwa, P., Chaignat, CL., Barreto, A., Songane, FF., Clemens, J. D., *Effectiveness of mass oral cholera vaccination in Beira, Mozambique.* N Engl J Med., 2005. **352**(8): 757-67.

11. *Rapport épidémiologique des maladies à potentiel épidémique*, Ministère de la Santé, *RD Congo*. 2004.

12. Kabamba, K.T., *Cartographie des sites touristiques de la province du Katanga, Mémoire Geographie, Faculté des sciences*, Lubumbashi, RDC, 1997.

13. Kasam, C.C., Aperçu sur le travail des creuseurs dans la région de Mbujimayi, *Les Lettres de l' Institut Supérieur Pédagogique*, Mbujimayi, RDC, 1983.

14. *Guide de la surveillance intégrée des maladies à potentiels épidémiques en RD Congo.*, Ministère de la Santé, RDC, 2003.

15. Waniez, P., *Philcarto version 4.xx pour Windows (R) mode d'emploi*. 2004, http://perso.club-internet.fr/philgeo/.

16. Falissard, B., ed. *Comprendre et utiliser les statistiques dans les sciences de la vie*. 3ème Edition. 2005, Paris: Masson.

17. *Comment faire une Analyse en Composante Principale (ACP) avec XLSTAT?* http://www.xlstat.com/fr/support/tutorials/pca.htm, 16/02/2006.

18. Huq, A., et al, *Critical factors influencing the occurrence of Vibrio cholerae in the environment of Bangladesh.* Appl Environ Microbiol, 2005. **71**(8): 4645-54.

19. Sack, B., *A 4-year Study of the Epidemiology of Vibrio cholerea in four rural areas of Bangladesh.* JID, 2003. **187**: 96-101.

20. Colwell, R.R., Huq, A., *Environmental reservoir of Vibrio cholerae. The causative agent of cholera.* Ann. N. Y. Acad. Sci, 1994. **740**: 44-54.

21. Borroto, R.J., *Ecology of Vibrio cholerae serogroup O1 in aquatic environments.* Pan american journal of Public Health, 1997. **5**: 328-333.

22. Collins, A.E., *Vulnerability to coastal cholera ecology.* Social Science & Medecine, 2003(57): 1397- 1407.

23. Gil, A.I., Louis, V. R., Rivera, I. N. G., Lipp, E., HuQ, A., Lanata, C. F., Taylor, D. N., Colwell, R. R., *Occurrence and distribution of Vibrio cholerae in coastal environment of Peru.* Environ. Microbiol., 2004. **6**(7): 699- 706.

24. Gunnlaugsson, G., Einarsdottir, J., Angulo, F. J., Mentambanar, S. A., Passa, A., Tauxe, R. V., *Funeral during the 1994 cholera epidemic in Guinea-Bissau, West Africa: the need for disinfection of bodies of persons dying of cholera.* Epidemiol Infect, 1998. **120**(1): 7-15.

25. Jiang, S.C., Matte, M., Matte, G., Huq, A., Colwell, R.R., *Genetic diversity of clinical and environmental isolates of Vibrio cholerae determined by amplified fragment length polymorphism fingerprinting.* Appl Environ Microbiol., 2000. **66**: 148-153.

26. Lan, R., Reeves, P.R., *Pandemic spread of cholera: genetic diversity and relationships within the seventh pandemic clone of Vibrio cholerae determined by amplified fragment length polymorphism.* J Clin Microbiol, 2002. **40**: 172-181.

27. Broutin, H., Guegan, J. F., Elguero, E., Simondon, F., Cazelles, B., *Large-scale comparative analysis of pertussis population dynamics: periodicity, synchrony, and impact of vaccination.* Am J Epidemiol, 2005. **161**(12): 1159-67.